

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 29 NOV 2002

WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 05 024.4

Anmeldetag:

7. Februar 2002

Anmelder/Inhaber:

Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Vorrichtung zur Steuerung des Drehmoments einer
Antriebseinheit eines Fahrzeugs

IPC:

F 02 D 41/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. November 2002
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Wallner

18.12.01 St/Zj

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Vorrichtung zur Steuerung des Drehmoments einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs

Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Vorrichtung zur Steuerung des Drehmoments einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs nach der Gattung des Hauptanspruchs aus.

Aus der DE 43 04 779 ist bereits eine Vorrichtung zur Steuerung des Drehmoments einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs bekannt. Diese umfasst Mittel, die einen Sollwert für das von der Antriebseinheit abzugebende Drehmoment ermitteln. Sie umfasst weiterhin Mittel, die den vorgegebenen Sollwert unter Berücksichtigung von Belastungen der Antriebseinheit einstellen. Ferner sind Korrekturmittel vorgesehen, die den Sollwert für das abzugebende Drehmoment wenigstens in Abhängigkeit von den Verlustmomenten der Antriebseinheit und/oder vom Drehmomentenbedarf zusätzlicher, die Antriebseinheit belastender Verbraucher korrigieren.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung des Drehmoments einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass

die zweiten Mittel erste Verlustmomente der Antriebseinheit und/oder ersten Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit belastenden Verbraucher in Abhängigkeit einer Motordrehzahl und eines Leerlauf-Drehzahlsollwertes einer
5 Leerlaufdrehzahlregelung zur Korrektur des einzustellenden Drehmomentes gewichten, und zwar nur dann, wenn der zeitliche Verlauf der ersten Verlustmomente und/oder des ersten Drehmomentenbedarfs beim Betrieb der Antriebseinheit bzw.
der Verbraucher frei von Sprüngen ist. Auf diese Weise wird
10 verhindert, dass sich solche Verlustmomente oder solcher Drehmomentenbedarf, deren zeitlicher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit bzw. der Verbraucher sprungbehaftet ist, bei einem solchen Sprung über- oder unterproportional auf die Korrektur des einzustellenden Drehmomentes auswirken.
15 Somit werden Komforteinbußen für den Fahrer weitgehend vermieden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im
20 Hauptanspruch angegebenen Vorrichtung möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die zweiten Mittel die Gewichtung mittels eines Quotienten aus dem Leerlauf-Drehzahlsollwert und der Motordrehzahl durchführen. Auf diese
2 Weise wird ein Über- oder Unterschwingen der Antriebseinheit weitestgehend vermieden, ohne dass die Leerlaufdrehzahlregelung aktiviert werden muss.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn die zweiten Mittel aus dem Quotienten mittels einer Kennlinie einen Wichtungsfaktor für die Gewichtung ableiten. Auf diese Weise lassen
30 sich indirekt auch solche Verlustmomente und/oder solcher Drehmomentenbedarf bei der Verhinderung von Über- oder Unterschwingen der Antriebseinheit berücksichtigen, deren

zeitlicher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit bzw. der Verbraucher sprungbehaftet ist.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die zweiten Mittel
5 zweite Verlustmomente der Antriebseinheit und/oder zweiten
Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit be-
lastenden Verbraucher nur additiv zur Korrektur des einzu-
stellenden Drehmomentes berücksichtigen, wenn deren zeitli-
cher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit bzw. der Ver-
10 braucher sprungbehaftet ist, insbesondere bei Schaltvorgän-
gen. Auf diese Weise werden die zweiten Verlustmomente
und/oder der zweite Drehmomentenbedarf mit dem Faktor 1 ge-
wichtet berücksichtigt, so dass Sprünge im zeitlichen Ver-
lauf der zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmo-
15 mentenbedarfs sich nicht über- oder unterproportional auf
die Korrektur des einzustellenden Drehmoments auswirken.

Zeichnung

20 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung
dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher er-
läutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild eines Fahr-
zeugs mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Steuerung
des Drehmoments einer Antriebseinheit und Figur 2 ein Block-
2 schaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

30 In Figur 1 kennzeichnet 35 ein Fahrzeug, von dem der Über-
sichtlichkeit halber nur die zum Verständnis der Erfindung
notwendigen Elemente dargestellt sind. Das Fahrzeug 35 um-
fasst dabei eine Antriebseinheit 5, insbesondere einen Mo-
tor. Dabei handelt es sich vorzugsweise um eine Brennkraft-
maschine, in anderen vorteilhaften Ausführungsformen kann
35 diese Antriebseinheit 5 auch auf der Basis alternativer An-

triebskonzepte arbeiten und beispielsweise einen Elektromotor darstellen. Die Antriebseinheit 5 ist über eine erste Welle 40 mit einem Wandler 20 einer Getriebeeinheit 45 verknüpft. Die erste Welle 40 ist dabei prinzipiell mit einem ersten Turbinenrad 50 verbunden, während ein zweites Turbinenrad 55 des Wandlers 20 mit einer zweiten Welle 60 verknüpft ist. Die zweite Welle 60 führt auf das Getriebe 65, dessen Ausgangswelle 70 die Abtriebswelle des Antriebsstranges des Fahrzeugs 35 darstellt. Der Antriebsstrang des Fahrzeugs 35 umfasst dabei im wesentlichen die Antriebseinheit 5, die Getriebeeinheit 45 und die Wellen 40, 60, 70. Zur Messung von Drehzahlen sind folgende Messeinrichtungen vorgesehen. Eine erste Messeinrichtung 75 erfasst die Drehzahl der ersten Welle 40 und damit die Drehzahl n_{mot} der Antriebseinheit 5. Eine erste Verbindungsleitung 76 führt von der ersten Messeinrichtung 75 zu einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, die im folgenden beispielhaft als elektronische Steuereinheit ausgebildet sein soll. Eine zweite Messeinrichtung 80 erfasst die Drehzahl der zweiten Welle 60 und damit die sogenannte Turbinendrehzahl n_{turb} des Wandlers 20. Eine zweite Verbindungsleitung 81 verknüpft die zweite Messeinrichtung 80 mit der elektronischen Steuereinheit 1. Eine dritte Messeinrichtung 85 erfasst die Drehzahl der Ausgangswelle 70 und damit die Abtriebsdrehzahl n_{ab} des Antriebsstranges. Eine dritte Verbindungsleitung 86 verbindet die dritte Messeinrichtung 85 mit der elektronischen Steuereinheit 1. Ferner führt vom Getriebe 65 eine vierte Verbindungsleitung 87 zur elektronischen Steuereinheit 1. Über die vierte Verbindungsleitung 87 wird gegebenenfalls ein die Getriebestellung repräsentierendes Signal \ddot{U} übertragen.

Eine fünfte Verbindungsleitung 88 verbindet die elektronische Steuereinheit 1 mit einem vom Fahrer des Fahrzeugs 35 betätigbaren Bedienelement 90, das beispielsweise als Fahr-

pedal ausgebildet sein kann. Ferner sind Eingangsleitungen 91 bis 93 vorgesehen, welche die elektronische Steuereinheit 1 mit Messeinrichtungen 95 bis 97 für Betriebsgrößen der Antriebseinheit 5, des Antriebsstranges und/oder des Fahrzeugs 35 verbinden. Eine Leitung 100 stellt symbolisch die Ausgangsleitungen der elektronischen Steuereinheit 1 dar, die auf eine oder mehrere Stelleinrichtungen 105 geführt sind. Diese stellen die Leistungsparameter der Antriebseinheit 5 ein, was durch die sechste Verbindungsleitung 89 symbolisiert ist.

Ist die Getriebeeinheit 45 ein elektronisch steuerbares Getriebe mit elektronisch steuerbarem Wandler 20, so können weiter Ausgangsleitungen 101 und 102 der elektronischen Steuereinheit 1 vorgesehen sein, die die elektronische Steuereinheit 1 zu Steuerzwecken mit dem Getriebe 65 bzw. dem Wandler 20 verbinden.

Aus dem über die fünfte Verbindungsleitung 88 vom Bedienelement 90 übermittelten Fahrerwunsch bildet die elektronische Steuereinheit 1 einen Sollwert für das vom Antriebsstrang zur Erfüllung des Fahrerwunsches abzugebende Abtriebsmoment. Dieser Sollwert des Abtriebsmomentes wird von der elektronischen Steuereinheit 1 durch eine im Hinblick auf minimalen Kraftstoffverbrauch oder maximale Beschleunigung, und so weiter gewählte Kombination einer Einstellung der Getriebeeinheit 45 sowie eines bei dieser Einstellung der Getriebeeinheit 45 zur Bereitstellung des Abtriebssollmomentenwertes erforderlichen, von der Antriebseinheit 5 an die erste Welle 40 abzugebende Drehmoment umgesetzt.

Dabei wird je nach Ausführung der Getriebeeinheit 45 die gewünschte Einstellung durch Einlegen eines vorbestimmten Übersetzungsverhältnisses des Getriebes 65 über die Ausgangsleitung 101 und gegebenenfalls eine Steuerung des Wand-

lers 20 über die Ausgangsleitung 102 vorgenommen. Zur Bereitstellung des im Ausgang der Antriebseinheit 5 erforderlichen Drehmoments berechnet die elektronische Steuereinheit 1 unter Berücksichtigung der erfassten Drehzahlwerte sowie weiterer, von den Messeinrichtungen 95 bis 97 erfassten Betriebsgrößen der Antriebseinheit 5 bzw. des Antriebsstranges und/oder des Fahrzeugs 35 einen Wert zur Einstellung der Leistungsparameter der Antriebseinheit 5. Dieser Wert bzw. diese Werte werden über die Ausgangsleitung 100 an die Stelleinrichtung 105 übermittelt, welche über die symbolisierte sechste Verbindungsleitung 89 die vorgegebenen Leistungsparameterwerte einstellt. Bei Brennkraftmaschinen wird zur Leistungseinstellung die Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine reguliert sowie die einzuspritzende Kraftstoffmenge bzw. der einzustellende Zündwinkel bestimmt. In anderen Ausführungsbeispielen, beispielsweise im Falle eines Elektroantriebs, bildet den Leistungsparameter der durch die Wicklung des Motors fließende Strom, wobei die Stelleinrichtung 105 in diesem Fall die entsprechenden Schaltungselemente zur Einstellung des durch die Motorwicklung fließenden Stroms repräsentieren.

Im Falle von Handschaltbetrieben bestimmt die elektronische Steuereinheit 1 das von der Antriebseinheit 5 abzugebende Drehmoment zur Einstellung des Abtriebsmomentensollwerts mittels eines Kennfelds abhängig vom Fahrerwunsch.

Wird diese erfindungsgemäße Vorgehensweise im Rahmen einer Leerlaufregelung angewendet, ohne dass der Fahrerwunsch ermittelt und in der oben beschriebenen Weise verarbeitet wird, erfolgt gegebenenfalls die Steuerung der Getriebeeinheit 45 abhängig von Faktoren wie Drehzahl und Last, wobei im Leerlauf- und leerlaufnahen Betrieb (Fahrpedal losgelassen, keine Schubabschaltung) eine Leerlaufregelung aktiv ist, bei der die Leistungsparameter des Motors im Sinne ei-

ner Annäherung der Ist-Drehzahl an eine Soll-Drehzahl gesteuert werden.

Alternativ kann der Sollwert für das vom Antriebsstrang abzugebende Abtriebsmoment auch im Rahmen einer Fahrgeschwindigkeitsregelung, beispielsweise unter Verwendung eines Temperomates, erfolgen. Für die Erfindung ist es letztlich unerheblich, von welcher Komponente oder Regelung der Sollwert für das vom Antriebsstrang abzugebende Abtriebsmoment vorgegeben wird. Die diesbezüglich gemachten Angaben haben lediglich beispielhaften Charakter, die andere möglichen Anwendungen nicht ausgrenzen sollen.

Figur 2 zeigt ein Übersichtsblockschaltbild der elektronischen Steuereinheit 1 mit Blick auf die nachstehend beschriebene erfindungsgemäße Vorgehensweise, welche anhand des Ausführungsbeispiels für eine Brennkraftmaschine beschrieben wird, ohne andere mögliche Anwendungen auszugrenzen. Dabei werden die Elemente, die bereits anhand von Figur 1 beschrieben wurden, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Die elektronische Steuereinheit 1 umfasst dabei erste Mittel 10, die den Sollwert für das von der Antriebseinheit 5 abzugebende Drehmoment ermitteln. Die ersten Mittel 10 sind dabei in diesem Ausführungsbeispiel eingangsseitig über die fünfte Verbindungsleitung 88 mit dem Bedienelement 90 verbunden, das den Fahrerwunsch erfasst. Ausgangsleitungen der ersten Mittel 10 stellen die Leitungen 101 und 102 zur Steuerung des Getriebes 65 und des Wandlers 20 der Getriebeeinheit 45 sowie eine Leitung 110 dar, die auf einen ersten Verknüpfungspunkt 115 führt. Ausgangsseitig ist der erste Verknüpfungspunkt 115 über die Ausgangsleitung 100 mit der Stelleinrichtung 105 verbunden.

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise beruht auf den nachfolgend dargestellten allgemeinen physikalischen Überlegungen. Der auf der Leitung 110 übermittelte Sollwert für das von der Antriebseinheit 5 abzugebende Drehmoment stellt im Falle einer Brennkraftmaschine einen Sollwert für das sogenannte indizierte Motordrehmoment dar, mit anderen Worten, für das aufgrund des Verbrennungsvorgangs der Brennkraftmaschine erzeugte Motordrehmoment. Das zur Bereitstellung des gewünschten Abtriebsmomentes erforderliche Motordrehmoment erhöht sich dadurch, dass ein Teil dieses Motordrehmomentes nicht zum Antrieb des Fahrzeugs zur Verfügung steht, sondern zum Betrieb von Nebenaggregaten sowie zur Kompensation von Verlusten aufzuwenden ist. Daher ergibt sich im ersten Verknüpfungspunkt 115 eine Addition des Sollwertes für das Motordrehmoment mit den aufgrund von Kennfeldern ermittelten, aktuellen Anteilen des Verlustmomentes und des Drehmomentenbedarfs der Nebenaggregate. Die Ermittlung der Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und des Drehmomentenbedarfs der Nebenaggregate, die zusätzliche, die Antriebseinheit 5 belastende Verbraucher darstellen, kann beispielsweise wie in der DE 43 04 779 A1 beschrieben erfolgen, die bezüglich der Ermittlung der Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und des Drehmomentenbedarfs der Nebenaggregate Teil der Offenbarung ist.

Der erste Verknüpfungspunkt 115 ist somit Teil von zweiten Mitteln 15, die den Sollwert für das von der Antriebseinheit 5 abzugebende Drehmoment unter Berücksichtigung von Belastungen der Antriebseinheit 5 einstellen, wobei diese zweiten Mittel 15 das einzustellende Drehmoment in Abhängigkeit von den Verlustmomenten der Antriebseinheit 5 und/oder vom Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit 5 belastenden Verbraucher korrigieren. Die zweiten Mittel 15 umfassen dazu zusätzlich Momentenerfassungs- und -auswertemittel 120, die eingangsseitig über die Verbindungs- und

Eingangsleitungen 76 bis 93 mit den Messeinrichtungen 75 bis 97 verbunden sind. In der grundsätzlich aus der DE 43 04 779 A1 bekannten Weise ermitteln die Momentenerfassungs- und -auswertemittel 120 aus den zugeführten Messergebnissen der Messeinrichtungen 75 bis 97 beispielsweise anhand von Kennfeldern, die Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder den Drehmomentenbedarf der Nebenaggregate. Erfindungsgemäß unterscheiden die Momentenerfassungs- und -auswertemittel 120 die ermittelten Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder den ermittelten Drehmomentenbedarf der Nebenaggregate in erste Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder ersten Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit 5 belastenden Verbraucher, deren zeitlicher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit 5 bzw. der Verbraucher frei von Sprüngen ist, und in zweite Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder zweiten Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit 5 belastenden Verbraucher, deren zeitlicher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit 5 bzw. der Verbraucher sprungbehaftet ist, insbesondere bei Schaltvorgängen. Die zweiten Verlustmomente und/oder der zweite Drehmomentenbedarf werden über eine Leitung 125 einem zweiten Verknüpfungspunkt 130 zugeführt. Der zweite Verknüpfungspunkt 130 ist ausgangsseitig über eine Leitung 135 mit dem ersten Verknüpfungspunkt 115 verbunden. Die ersten Verlustmomente und/oder der erste Drehmomentenbedarf sind über eine Leitung 140 einem dritten Verknüpfungspunkt 145 zugeführt, der ausgangsseitig über eine Leitung 150 mit dem zweiten Verknüpfungspunkt 130 verbunden ist.

Ferner ist ein Leerlaufdrehzahlregler 25 vorgesehen, dem über die erste Verbindungsleitung 76 die Drehzahl der Antriebseinheit 5 und über eine Leitung 155 ein Leerlaufdrehzahlswert n_{soll} zugeführt wird, welcher in einer Berechnungseinheit 160 aus Betriebsgrößen der Antriebseinheit 5 und/oder des Fahrzeugs 35, die über die Leitungen 91 bis 93

zugeführt werden und von den Messeinrichtungen 95 bis 97 er-
fasst werden, gebildet wird. Eine Ausgangsleitung 165 des
Leerlaufdrehzahlreglers 25 ist ebenfalls dem zweiten Ver-
knüpfungspunkt 130 zugeführt. Die Ermittlung des Leerlauf-
drehzahlsollwertes n_{soll} erfolgt dabei ebenfalls in der aus
der DE 43 04 779 A1 bekannten Weise, die diesbezüglich eben-
falls Teil der Offenbarung ist.

Der Leerlaufdrehzahlsollwert n_{soll} wird von der Berech-
nungseinheit 160 auf einer weiteren Ausgangsleitung 170 auch
einem vierten Verknüpfungspunkt 175 zugeführt. Dem vierten
Verknüpfungspunkt 175 ist außerdem die Turbinendrehzahl über
die zweite Verbindungsleitung 81 zugeführt. Dabei soll der
Klarstellung halber bezüglich Figur 2 erwähnt sein, dass die
Verwendung gleicher Bezugszeichen für verschiedene Leitun-
gen, wie beispielsweise im Fall der ersten Verbindungslei-
tung 76, der zweiten Verbindungsleitung 81 und der Eingangs-
leitungen 91 bis 93 verdeutlichen sollen, dass im Falle be-
zugszeichengleicher Leitungen die gleiche Eingangsgröße von
der zugehörigen Messeinrichtung zugeführt wird.

Vom vierten Verknüpfungspunkt 175 führt eine Ausgangsleitung
180 auf dritte Mittel 185 zur Realisierung einer Kennlinie
30. Ausgangsseitig sind die dritten Mittel 185 über eine
Leitung 190 mit dem dritten Verknüpfungspunkt 145 verbunden.

Im ersten Verknüpfungspunkt 115 wird eine Addition der Ein-
gangsgrößen durchgeführt. Im dritten Verknüpfungspunkt 145
wird eine Multiplikation der Eingangsgrößen durchgeführt. Im
vierten Verknüpfungspunkt 175 wird eine Division der Ein-
gangsgrößen durchgeführt. Dabei wird der Leerlaufdrehzahl-
sollwert n_{soll} durch die Motordrehzahl n_{mot} geteilt. Durch
die zweiten Mittel 15 werden die Belastungen der Antriebs-
einheit 5 durch die Verlustmomente der Antriebseinheit 5
und/oder vom Drehmomentenbedarf zusätzlicher Nebenaggregate

bereits in Form einer Vorsteuerung berücksichtigt, so dass sie nicht später über den Leerlaufdrehzahlregler 25 kompensiert werden müssen. Das vom Fahrer gewünschte, von der Antriebseinheit 5 abzugebende Drehmoment kann auf diese Weise vergleichsweise genau und im wesentlichen konstant eingestellt werden. Durch Berücksichtigung der Belastungen der Antriebseinheit 5 mittels der Vorsteuerung können Über- oder Unterschwinger im zeitlichen Verlauf des von der Antriebseinheit 5 abgegebenen Drehmoments weitestgehend vermieden werden, ohne dass dazu der Leerlaufdrehzahlregler 25 eingreifen muss.

Im einfachsten Fall kann auf die dritten Mittel 185 verzichtet werden und die Ausgangsgröße des vierten Verknüpfungspunktes 175 direkt auf den dritten Verknüpfungspunkt 145 geführt werden. Deshalb sind die dritten Mittel 185 in Figur 2 gestrichelt dargestellt. Durch Multiplikation der ersten Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder des ersten Drehmomentenbedarfs der Nebenaggregate mit dem Quotienten aus dem Leerlaufdrehzahlsollwert n_{soll} und der Motordrehzahl n_{mot} , d.h. also mit dem Faktor $F = n_{\text{soll}}/n_{\text{mot}}$, im dritten Verknüpfungspunkt 145 wird eine Selbststabilisierung der Antriebseinheit 5 erreicht. Wenn die Motordrehzahl n_{mot} größer als der Leerlaufdrehzahlsollwert n_{soll} ist, so werden die ersten Verlustmomente und/oder der erste Drehmomentenbedarf mit einem Faktor $F < 1$ eingerechnet. Dies bewirkt eine reduzierte Vorsteuerung der ersten Verlustmomente und führt zu einem Absinken der Motordrehzahl n_{mot} in Richtung zum Leerlaufdrehzahlsollwert n_{soll} . Wenn die Motordrehzahl n_{mot} kleiner als der Leerlaufdrehzahlsollwert n_{soll} ist, so werden die ersten Verlustmomente und/oder der erste Drehmomentenbedarf mit einem Faktor $F > 1$ eingerechnet. Dies bewirkt eine erhöhte Vorsteuerung der Verluste und führt zu einem Ansteigen der Mo-

tordrehzahl n_{mot} in Richtung des Leerlaufdrehzahlsollwertes n_{soll} .

5 Exakt im Leerlaufpunkt werden die ersten Verlustmomente und/oder der erste Drehmomentenbedarf mit dem Faktor $F = 1$ gewichtet voll eingerechnet, da in diesem Fall die Motordrehzahl n_{mot} gleich dem Leerlaufdrehzahlsollwert n_{soll} ist.

10 Die gewichteten ersten Verlustmomente und/oder der gewichtete erste Drehmomentenbedarf werden über die Leitung 150 dem zweiten Verknüpfungspunkt 130 zugeführt. Die zweiten Verlustmomente und/oder der zweite Drehmomentenbedarf werden ohne Multiplikation mit einem Faktor, d.h. mit der Gewichtung 1 voll eingerechnet und über die Leitung 125 dem zweiten Verknüpfungspunkt 130 zugeführt. Ferner wird im zweiten Verknüpfungspunkt 130 das vom Leerlaufdrehzahlregler 25 geforderte Leerlaufdrehmoment über die Leitung 165 zugeführt. Im zweiten Verknüpfungspunkt 130 werden das vom Leerlaufdrehzahlregler 25 geforderte Leerlaufdrehmoment, die mit dem Faktor F gewichteten ersten Verlustmomente und/oder der mit dem Faktor F gewichtete erste Drehmomentenbedarf und die zweiten Verlustmomente und/oder der zweite Drehmomentenbedarf addiert. Als Summe ergibt sich ein gefordertes Gesamt-leerlaufdrehmoment, das die Belastungen der Antriebseinheit 5 insbesondere durch die Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder den Drehmomentenbedarf von Nebenaggregaten berücksichtigt. Das geforderte Gesamt-leerlaufdrehmoment wird über die Leitung 135 dem ersten Verknüpfungspunkt 115 zugeführt und dort mit dem ermittelten Sollwert für das an der Antriebseinheit 5 abzugebende Drehmoment addiert. Der bei dieser Addition resultierende korrigierte Sollwert für das von der Antriebseinheit 5 abzugebende Drehmoment wird über die Ausgangsleitung 100 an die Stelleinrichtung 105 zur Realisierung dieses korrigierten Sollwertes abgegeben.!

35

Bei der erfindungsgemäßen elektronischen Steuereinheit 1 werden mit den ersten Verlustmomenten der Antriebseinheit 5 und/oder dem ersten Drehmomentenbedarf der Nebenaggregate nur solche Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder nur solcher Drehmomentenbedarf der Nebenaggregate mit dem Faktor F gewichtet, deren zeitlicher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit 5 bzw. der Nebenaggregate frei von Sprüngen ist. Der durch diese Gewichtung bewusst gemachte Fehler bei der Einrechnung der ersten Verlustmomente und/oder des ersten Drehmomentenbedarfs in das geforderte GesamtLeerlaufdrehmoment wird zugunsten der Selbststabilisierung der Antriebseinheit 5 in Kauf genommen.

Die zweiten Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder der zweite Drehmomentenbedarf der Nebenaggregate weist einen zeitlichen Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit 5 bzw. der Nebenaggregate auf, der sprungbehaftet ist, insbesondere bei Schaltvorgängen. Eine Gewichtung der zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs mit einem Faktor ungleich 1 würde bei einem Sprung im zeitlichen Verlauf der zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs zu einer Überhöhung des Sprungs für $F > 1$ oder zu einer Unterbewertung des Sprungs für $F < 1$ führen und könnte zu einer vom Fahrer unerwarteten Änderung des Drehmoments an der Antriebseinheit 5 führen, vor allem dann, wenn der Fahrer keine Änderung im Fahrpedal 90 vornimmt und deshalb auch keine Momentenänderung erwartet. Auf diese Weise würde der Fahrkomfort für den Fahrer verringert. Deshalb werden die zweiten Verlustmomente und/oder der zweite Drehmomentenbedarf ungewichtet, d.h. mit der Gewichtung 1 bei der Addition im zweiten Verknüpfungspunkt 130 berücksichtigt. Sprünge im zeitlichen Verlauf der zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs werden somit unverzerrt bei der Berechnung des geforderten Gesamt-

leerlaufdrehmoments im zweiten Verknüpfungspunkt 130 berücksichtigt. Zur Gruppe der zweiten Verlustmomente gehören beispielsweise Verlustmomente, die bei der Umschaltung von Homogen-in Schichtladebetrieb bei einer einen Ottomotor umfassenden Antriebseinheit 5 mit Direkteinspritzung, also beispielsweise bei Benzindirekteinspritzmotoren, auftreten. Eine sprunghafte Änderung dieser Verlustmomente ist dabei vor allem durch eine veränderte Ladungswechselarbeit bedingt.

Zur Gruppe der zweiten Verlustmomente gehören auch Verlustmomente, die bei einer Abschaltung von einzelnen Zylindern und/oder einzelnen Ventilen der Antriebseinheit 5 auftreten. Hier kommt es beispielsweise dann zu einem sprunghaften zeitlichen Verlauf der zweiten Verlustmomente, wenn ein oder mehrere Zylinder abgeschaltet werden. Dies ist ebenfalls mit einer veränderten Ladungswechselarbeit und auch mit einer Reibarbeit verbunden.

Bei der Abschaltung von Zylindern entsteht auf den abgeschalteten Zylindern ein Druckverlust des eingeschlossenen Abgases über die Kolbenringe. Dieser tritt sprunghaft bei der Abschaltung der Zylinder auf.

Eine sprunghafte Veränderung im zeitlichen Verlauf der zweiten Verlustmomente ergibt sich auch bei Motoren mit elektromechanischem Ventiltrieb. Bei derartigen Konzepten wird jedes Ventil direkt über einen Aktuator betrieben. Damit ist eine zeitlich vollkommen freie Betätigung der Ventile möglich. Bei derartigen Konzepten werden verschiedene Vorteile, wie beispielsweise reduzierter Energieverbrauch oder erhöhter thermodynamischer Wirkungsgrad durch Abschaltung von einzelnen Zylindern und/oder einzelnen Ventilen erreicht. Die Energie zur Ansteuerung der Ventile wird dabei von einem Generator erbracht, dessen Verlustmoment direkt abhängig von der Anzahl der betriebenen Ventile ist. Zusätzlich ändert

sich bei der Abschaltung eines oder mehrerer Ventile auch die Ladungswechselarbeit, wodurch die Summe der sich ändernden Verlustmomente groß ist und es zu entsprechenden Sprüngen im zeitlichen Verlauf dieser Verlustmomente kommen kann. Diese Verlustmomente gehören daher ebenfalls zu der Gruppe der zweiten Verlustmomente.

Zur Gruppe der ersten Verlustmomente und/oder des ersten Drehmomentenbedarfs gehören all jene Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder all jener Drehmomentenbedarf von Nebenaggregaten, deren zeitlicher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit 5 bzw. der Nebenaggregate frei von Sprüngen ist, bei denen auch Schaltvorgänge im Betrieb zu keinen sprunghaften Änderungen im zeitlichen Verlauf führen. Dazu gehört beispielsweise der Drehmomentenbedarf einer Klimaanlage oder einer Servopumpe als Nebenaggregat. Erste Verlustmomente können beispielsweise Wandlerverluste im Wandler 20 und gegebenenfalls damit verbundene Reibleistung sein.

Die gesamten Verlustmomente ergeben sich aus der Summe der ersten Verlustmomente und der zweiten Verlustmomente. Der gesamte Drehmomentenbedarf der Nebenaggregate ergibt sich aus der Summe des ersten Drehmomentenbedarfs und des zweiten Drehmomentenbedarfs.

Da gemäß Figur 2 nur ein Teil der gesamten Verluste und/oder nur ein Teil des gesamten Drehmomentenbedarfs mit dem Faktor F gewichtet wird, nämlich die ersten Verlustmomente und/oder der erste Drehmomentenbedarf, ist die genannte Selbststabilisierung der Antriebseinheit 5 geringer als wenn sämtliche Verlustmomente und/oder sämtlicher Drehmomentenbedarf mit dem Faktor F gewichtet würden. Um die fehlende Gewichtung der zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs auszugleichen, können, wie in Figur 2 dargestellt, die dritten Mittel 185 optional vorgesehen sein, die

die Kennlinie 30 realisieren. Dabei ist auf der Abszisse der Faktor F aufgetragen. Über die Kennlinie 30 ist jedem Faktor $F > 0$ ein korrigierter Faktor Y zugeordnet. Der Verlauf der Kennlinie 30 ist dabei stetig, um Sprünge und damit eine ungewollte Momentenänderung für den Fahrer zu verhindern. Außerdem ist das Verhältnis von Y zu F für jedes F größer als 1. Auf diese Weise kann die Nichtberücksichtigung der zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs bei der Gewichtung wieder ausgeglichen werden, wobei eine geeignete Bedatung der Kennlinie 30 erforderlich ist, um eine Überkompensation zu verhindern. Somit werden dann die ersten Verlustmomente und/oder der erste Drehmomentenbedarf im dritten Verknüpfungspunkt 145 mit dem korrigierten Faktor Y anstelle des Faktors F multipliziert.

Eine andere Möglichkeit, die geringere Selbststabilisierung zumindest teilweise auszugleichen, ist, nur das Delta des Moments vor und nach dem Sprung ungewichtet einzurechnen. Auch sich sprunghaft ändernde Momente haben einen bekannten Grundwert, der nie unterschritten wird. Dieser Grundwert wird über den Faktor F gewichtet eingerechnet. Dieser bekannte Grundwert gehört somit zur Gruppe der ersten Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder des ersten Drehmomentenbedarfs der zusätzlichen, die Antriebseinheit 5 belastenden Verbraucher und lässt sich von der Gruppe der zweiten Verlustmomente der Antriebseinheit 5 und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs der zusätzlichen, die Antriebseinheit 5 belastenden Verbraucher durch die Momentenerfassungs- und -auswertemittel 120 unterscheiden. Nur der über den Grundwert hinausgehende Wert mit einer Änderung im Sprung wird ungewichtet eingerechnet, wodurch der Anteil der Momente am gesamten Verlustmoment, die nicht gewichtet werden, kleiner wird, und damit die Selbststabilisierung vergrößert wird. Der über den Grundwert hinausgehende Wert mit einer Änderung im Sprung gehört dann zu Gruppe der zweiten Verlustmomente

der Antriebseinheit 5 und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs der zusätzlichen, die Antriebseinheit 5 belastenden Verbraucher.

5 Durch die Trennung der Verlustmomente der Antriebseinheit 5
und/oder des Drehmomentenbedarfs von Nebenaggregaten in die
ersten Verlustmomente und/oder den ersten Drehmomentenbedarf
einerseits und die zweiten Verlustmomente und/oder den zwei-
ten Drehmomentenbedarf andererseits erlaubt die erfindungs-
10 gemäße elektronische Steuereinheit 1 zum einen eine
Selbststabilisierung der Antriebseinheit 5 durch die Gewich-
tung der ersten Verlustmomente und/oder des ersten Drehmo-
mentenbedarfs. Die zweiten Verlustmomente und/oder der zwei-
te Drehmomentenbedarf wird jedoch insbesondere bei sprung-
15 hafter Änderung im zeitlichen Verlauf und in absoluter Höhe
des Sprungs korrekt in das geforderte GesamtLeerlaufdrehmo-
ment eingerechnet. Die beschriebene elektronische Steuerein-
heit 1 ermöglicht dabei auch eine Selbststabilisierung der
Antriebseinheit 5 im Leerlauffall, beispielsweise wenn das
20 Fahrpedal 90 nicht betätigt wird und somit vom Fahrer kein
Drehmoment angefordert wird und keine Fahrstufe eingelegt
ist. Das geforderte GesamtLeerlaufdrehmoment, das über die
Leitung 135 dem ersten Verknüpfungspunkt 115 zugeführt ist,
entspricht dann auch dem von der Stalleinrichtung 105 einzu-
stellenden Sollwert für das von der Antriebseinheit 5 abzu-
gebende Drehmoment. Dabei wird auch im Leerlauffall eine
korrekte Vorsteuerung der Verlustmomente der Antriebseinheit
5 und/oder des Drehmomentenbedarfs der Nebenaggregate er-
reicht, ohne dass sich Sprünge im zeitlichen Verlauf der
30 zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmomentenbe-
darfs beim Betrieb der Antriebseinheit 5 bzw. der Nebenag-
gregate nachteilig auf die Qualität des zugehörigen Schalt-
vorgangs und damit den Fahrkomfort auswirken. Sprünge im
zeitlichen Verlauf der zweiten Verlustmomente und/oder des
35 zweiten Drehmomentenbedarfs werden unverzerrt zur Bestimmung

des geforderten Gesamtleerlaufdrehmoments eingerechnet, so
dass sich keine vom Fahrer unerwartete Momentenänderung er-
gibt. Es sind somit keine weiteren funktionalen Änderungen
nötig, um beispielsweise durch eine Zündwinkelverstellung
den entsprechenden Schaltvorgang, der zu einem Sprung im
zeitlichen Verlauf der zweiten Verlustmomente und/oder des
zweiten Drehmomentenbedarfs beim Betrieb der Antriebseinheit
5 bzw. der Nebenaggregate führt, zu verbessern. Dadurch kann
sowohl der Aufwand bei der Funktionsentwicklung der elektro-
nischen Steuereinheit 1 als auch bei deren Applikation auf
10 verschiedene Typen von Antriebseinheiten verringert werden.

18.12.01 St/Zj

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Steuerung des Drehmoments einer Antriebseinheit (5) eines Fahrzeugs (35) mit ersten Mitteln (10), die einen Sollwert für das von der Antriebseinheit (5) abzugebende Drehmoment ermitteln, mit zweiten Mitteln (15), die den Sollwert unter Berücksichtigung von Belastungen der Antriebseinheit (5) einstellen, wobei diese zweiten Mittel (15) das einzustellende Drehmoment in Abhängigkeit von den Verlustmomenten der Antriebseinheit (5) und/oder vom Drehmomentenbedarf zusätzlicher, die Antriebseinheit (5) belastender Verbraucher korrigieren, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (15) erste Verlustmomente der Antriebseinheit (5) und/oder ersten Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit (5) belastenden Verbraucher in Abhängigkeit einer Motordrehzahl (20) und eines Leerlaufdrehzahlsollwertes einer Leerlaufdrehzahlregelung (25) zur Korrektur des einzustellenden Drehmomentes gewichten, und zwar nur dann, wenn der zeitliche Verlauf der ersten Verlustmomente und/oder des ersten Drehmomentenbedarfs beim Betrieb der Antriebseinheit (5) bzw. der Verbraucher frei von Sprüngen ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (15) die Gewichtung mittels eines

Quotienten aus dem Leerlaufdrehzahlsollwert und der Motordrehzahl (20) durchführen.

- 5 3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (15) aus dem Quotienten mittels einer Kennlinie (30) einen Wichtungsfaktor für die Gewichtung ableiten.
- 10 4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (15) die gewichteten ersten Verlustmomente und/oder den gewichteten ersten Drehmomentenbedarf zur Korrektur des einzustellenden Drehmomentes additiv berücksichtigen.
- 15 5. Vorrichtung (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Mittel (15) zweite Verlustmomente der Antriebseinheit (5) und/oder zweiten Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit (5) belastenden Verbraucher nur additiv zur Korrektur des einzustellenden Drehmomentes berücksichtigen, wenn der zeitliche Verlauf der zweiten Verlustmomente und/oder des zweiten Drehmomentenbedarfs beim Betrieb der Antriebseinheit (5) bzw. der Verbraucher sprunghaft ist, insbesondere bei Schaltvorgängen.
- 20 6. Vorrichtung (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Verlustmomente Verlustmomente umfassen, die z.B. bei einer Umschaltung von einem Homogen- in einen Schichtladebetrieb bei einer einen Ottomotor umfassenden Antriebseinheit (5) mit Direkteinspritzung auftreten.
- 30 7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Verlustmomente Verlustmomente umfassen, die bei einer Abschaltung von einzelnen Zylinder
- 35

dern und/oder einzelnen Ventilen der Antriebseinheit (5)
auftreten.

18.12.01 St/Zj

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Vorrichtung zur Steuerung des Drehmoments einer Antriebseinheit eines Fahrzeugs

Zusammenfassung

15

Es wird eine Vorrichtung (1) zur Steuerung des Drehmoments einer Antriebseinheit (5) eines Fahrzeugs vorgeschlagen, die den Fahrkomfort erhöht. Die Vorrichtung (1) umfasst erste Mittel (10), die einen Sollwert für das von der Antriebseinheit (5) abzugebende Drehmoment ermitteln. Es sind weiterhin

20

zweite Mittel (15) vorgesehen, die den Sollwert unter Berücksichtigung von Belastungen der Antriebseinheit (5) einstellen, wobei diese zweiten Mittel (15) das einzustellende Drehmoment in Abhängigkeit von den Verlustmomenten der Antriebseinheit (5) und/oder vom Drehmomentenbedarf zusätzlicher, die Antriebseinheit (5) belastender Verbraucher korrigieren. Die zweiten Mittel (15) gewichten erste Verlustmomente der Antriebseinheit (5) und/oder ersten Drehmomentenbedarf der zusätzlichen, die Antriebseinheit (5) belastenden Verbraucher in Abhängigkeit einer Motordrehzahl (20) und eines Leerlaufdrehzahlsollwertes einer Leerlaufdrehzahlregelung (25) zur Korrektur des einzustellenden Drehmoments, und zwar nur dann, wenn deren zeitlicher Verlauf beim Betrieb der Antriebseinheit (5) bzw. der Verbraucher frei von Sprüngen ist. (Figur 2)

30

